

**ANALISIS UJI KAPITALIS BATERAI 110 VDC PADA  
GARDU INDUK 150 KV**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada  
Jurusan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

**Oleh:**

**ARIF MUHAMMAD RIFA'I**

**D400150074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS UJI KAPASITAS BATERAI 110 VDC PADA GARDU INDUK  
150 KV KLATEN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**ARIF MUHAMMAD RIFA'I**

**D400150074**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**ARIS BUDIMAN, ST, MT.**

**NIK. 885**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS UJI KAPASITAS BATERAI 110 VDC PADA GARDU INDUK  
150 KV KLATEN**

**OLEH**

**ARIF MUHAMMAD RIFA'I**

**D400150074**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Jumat, 19 Juli 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Dewan Penguji:**

1. Aris Budiman, ST.MT

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Jatmiko, MT

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Hasyim Asy'ari, ST.MT

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)  
(.....)  
(.....)

**Dekan,**

  
**Ir. Sri Sunarto, MT., PhD**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Juli 2019

Penulis



**ARIF MUHAMMAD RIFA'I**

**D40015007**

## **ANALISIS UJI KAPASITAS BATERAI 110 VDC PADA GARDU INDUK 150KV KLATEN**

### **Abstrak**

Gardu induk merupakan bagian dari sistem transmisi tenaga listrik yang berfungsi untuk menurunkan tegangan. Dalam pengoperasiannya gardu induk memerlukan catu daya DC sebagai kontrol peralatan pendukung kinerja gardu induk. Sumber arus searah (DC) pada gardu induk diperoleh dari *rectifier* dan baterai terpasang di dalam instalasi yang tersusun secara paralel dengan beban atau biasa disebut dengan sistem DC. Baterai merupakan catu daya DC cadangan yang digunakan untuk memberikan catu DC kepada peralatan proteksi, motor penggerak PMT dan PMS, maupun peralatan telekomunikasi. Untuk tetap menjaga kehandalan baterai dalam memberikan catu DC ketika terjadi gangguan maka diperlukan pemeliharaan rutin sehingga baterai dapat bekerja dengan performa maksimal. Pemeliharaan baterai dilakukan dengan melakukan pengukuran tegangan, berat jenis, suhu elektrolit, dan pengujian kapasitas baterai. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kehandalan dan kelayakan baterai 110v pada gardu induk Klaten setelah dilakukan pemeliharaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan tiap sel baterai dalam kondisi *boost charge* masih berada pada nilai nominal. Untuk kondisi elektrolit baterai masih dalam kondisi bagus dengan suhu 29°C dan berat jenis 1,20gr/cm<sup>3</sup>. Pengujian kapasitas tegangan pada tiap sel baterai terdapat dua buah sel yang tegangannya drop dan terukur sebesar 0,24V pada sel 20 dan sel 47, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada sel yang rusak tersebut. Setelah dilakukan pengosongan selama 5 jam, tegangan total baterai terukur sebesar 92,7 V dan masih memenuhi nilai standar minimum pengosongan sebesar 80% tegangan penuh. Secara keseluruhan dari hasil pengujian kapasitas baterai dapat dikatakan bahwa kondisi baterai 110V pada gardu induk 150 kV Klaten masih bagus dan bisa diandalkan ketika terjadi gangguan.

**Kata Kunci :** baterai, tegangan, berat jenis, suhu elektrolit, uji kapasitas.

### **Abstract**

Substation is part of an electric power transmission system that serves to reduce voltage. In operating the substation requires a DC power supply as a control of substation performance support equipment. The direct current (DC) source at the substation is obtained from the rectifier and the battery installed in the installation is arranged in parallel with the load or commonly called the DC system. The battery is a backup DC power supply that is used to provide DC supply to protection equipment, PMT and PMS motors, and telecommunications equipment. To maintain battery reliability in providing DC supply when a fault occurs, routine maintenance is needed so that the battery can work with maximum performance. Battery maintenance is carried out by measuring voltage, specific gravity, electrolyte temperature, and testing battery capacity. This research was conducted to find out how reliable and feasible the 110v battery was at the Klaten substation after maintenance. The results showed that the voltage of each battery

cell in a boost charge condition is still at a nominal value. For electrolyte conditions the battery is still in good condition with a temperature of 29°C and specific gravity of 1.20gr / cm<sup>3</sup>. Testing the voltage capacity of each cell of the battery consists of two cells whose voltage drops and is measured at 0.24V in cell 20 and cell 47, so it is necessary to repair the damaged cell. After discharge for 5 hours, the total battery voltage is measured at 92.7 V and still meets the minimum standard discharge value of 80% full voltage. Overall from the results of testing the battery capacity it can be said that the condition of the 110V battery at the Klaten 150 kV substation is still good and can be relied upon when a fault occurs.

**Keywords:** battery, voltage, specific gravity, electrolyte temperature, capacity test.

## 1. PENDAHULUAN

Gardu induk adalah bagian dari sistem kelistrikan yang berfungsi untuk mentransformasi daya listrik untuk disalurkan kepada konsumen. Dalam pengoperasiannya gardu induk mempunyai berbagai peralatan untuk mendukung kinerjanya. Salah satu peralatan pendukung adalah sistem DC yang berfungsi untuk memberikan sumber DC kepada peralatan proteksi, motor penggerak PMT dan PMS. Karena sistem DC yang memasok secara khusus relay proteksi, kontrol, dan sirkuit yang saling terkait sangat penting bagi operasi gardu yang dapat diandalkan dan aman, pasokan energi harus selalu tersedia. (Edvard, 2015). Sumber DC tersebut diperoleh dari *rectifier* dan beberapa sel baterai yang tersusun secara seri. Dalam pengoperasian sistem transmisi tenaga listrik diperlukan pemeliharaan secara berkala untuk tetap menjaga keandalan peralatan tersebut. Dengan dilakukannya pemeliharaan berkala diharapkan kebutuhan energi listrik ke konsumen dapat terlayani dengan baik. Salah satu peralatan yang dilakukan pemeliharaan rutin yaitu baterai.

Baterai atau akumulator merupakan suatu sel listrik yang didalamnya dapat berlangsung dua proses elektrokimia, yaitu proses pengosongan (pengubahan kimia menjadi tenaga listrik) dan proses pengisian (tenaga listrik menjadi tenaga kimia) dengan cara melewatkan arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai adalah suatu unit yang terdiri dari satu atau lebih sel yang terhubung secara seri, paralel, atau pengaturan seri-paralel untuk memasok kebutuhan tegangan dan arus dari beban yang terhubung (Neal Hook, 2013).

Baterai merupakan sumber DC cadangan yang harus mampu memberikan catu DC kepada peralatan proteksi, motor penggerak PMT dan PMS ketika *rectifier* tidak bekerja. Dengan dilakukannya pemeliharaan secara berkala diharapkan peralatan listrik dapat bekerja secara maksimal dalam waktu yang lebih lama.

Pemeliharaan baterai diperlukan untuk tetap menjaga daya tahan dan efisiensi operasi baterai agar dapat bekerja sebagaimana mestinya, sehingga keandalan peralatan dalam menyalurkan tenaga listrik tetap terjaga. Proses pemeliharaan preventif sangat membantu untuk meningkatkan kinerja baterai penyimpanan energi sampai batas tertentu, tetapi tren penurunan secara keseluruhan tidak dapat dielakkan karena sifat kimianya(Yan dkk,2016). Pemeliharaan baterai dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap tegangan, berat jenis elektrolit, suhu elektrolit dan kapasitas baterai.

Pengukuran tegangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tegangan baterai tiap sel maupun tegangan total baterai. Dari pengujian tegangan baterai diharapkan nilai tegangan baterai masih pada kondisi normal. Pengukuran berat jenis dilakukan untuk mengetahui kondisi elektrolit baterai. Elektrolit pada baterai berfungsi sebagai media pemindah elektron. Pengukuran suhu elektrolit dilakukan untuk mengetahui kondisi elektrolit baterai saat diisi (*charge*) maupun dalam kondisi tidak normal. Pengujian kapasitas baterai bertujuan untuk mengetahui kondisi karakteristik baterai, sampai sejauh mana baterai mampu memberikan catu DC ketika terjadi gangguan. Setiap sistem baterai baru harus diuji penerimaan dengan uji kapasitas untuk membuktikan bahwa ia akan dapat bekerja ketika dibutuhkan(Edvard,2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dan kehandalan baterai pada gardu induk Klaten setelah dilakukan pemeliharaan secara berkala.

## **2. METODE**

### **2.1 Studi Literatur**

Tahap pertama penulis mengumpulkan berbagai referensi dari buku-buku, jurnal-jurnal, serta penelitian sebelumnya yang berhubungan atau sebagai bahan pendukung teori untuk menyelesaikan penelitian.

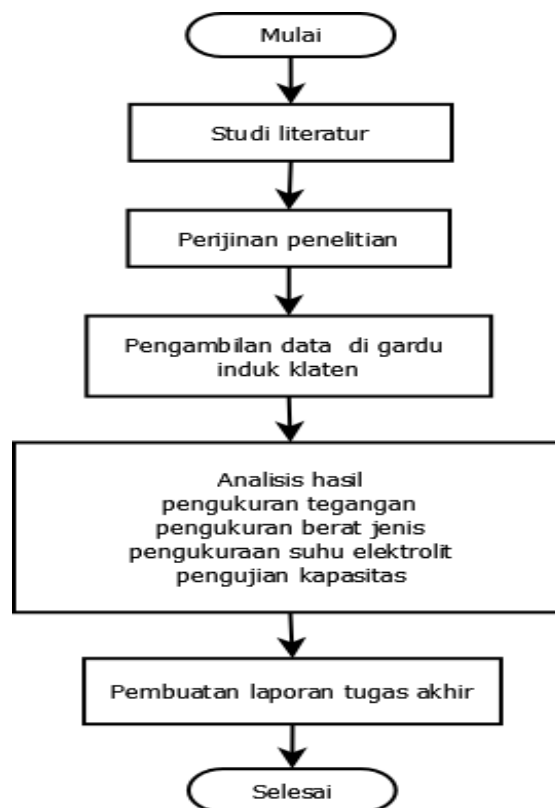
## 2.2 Pengumpulan data

Tahap kedua penulis mengumpulkan data sebagai pendukung penelitian ini yang ada di gardu induk 150 KV Klaten. Data diperoleh dengan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan oleh instansi terkait, yaitu dengan mengirimkan proposal dan surat izin pengambilan data dari pihak universitas. Setelah mendapat surat balasan kemudian dilakukan proses pengambilan data yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data yang dibutuhkan yaitu data pemeliharaan baterai 110Vdc.

## 2.3 Analisis Data

Tahap ketiga penulis melakukan analisis data setelah semua data yang dibutuhkan sudah terkumpul semua. Data-data yang didapatkan akan dianalisis menggunakan persamaan yang sudah ada. Dalam menganalisis data yang didapatkan semua perhitungan dilakukan secara manual tanpa menggunakan metode apapun.

## 2.4 Flowchart Penelitian



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian Tugas Akhir



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Pengukuran Per-Sel Baterai 110 Vdc

Data hasil pengukuran per-sel baterai 110 Vdc gardu induk 150 kV klaten pada pengujian 2 tahunan, dengan merk SAFT NIFE *type* SBM 208-2, terdapat 86 sel baterai dengan kapasitas 208 Ah. Pada pengukuran ini baterai masih dalam proses pengisian dengan metode *boost charge*.

Tabel 1. Hasil pengukuran per-sel

Sel	Tegangan (v)	Suhu (°c)	BJ (gr/cm <sup>3</sup> )	Sel	Tegangan (v)	Suhu (°c)	BJ (gr/cm <sup>3</sup> )
1	1,58	29	1,20	44	1,57	29	1,20
2	1,58	29	1,20	45	1,58	29	1,20
3	1,58	29	1,20	46	1,58	29	1,20
4	1,58	29	1,20	47	1,58	29	1,20
5	1,58	29	1,20	48	1,58	29	1,20
6	1,57	29	1,20	49	1,58	29	1,20
7	1,57	29	1,20	50	1,58	29	1,20
8	1,58	29	1,20	51	1,58	29	1,20
9	1,58	29	1,20	52	1,58	29	1,20
10	1,58	29	1,20	53	1,58	29	1,20
11	1,58	29	1,20	54	1,58	29	1,20
12	1,57	29	1,20	55	1,58	29	1,20
13	1,58	29	1,20	56	1,58	29	1,20
14	1,58	29	1,20	57	1,58	29	1,20
15	1,58	29	1,20	58	1,58	29	1,20
16	1,57	29	1,20	59	1,58	29	1,20
17	1,58	29	1,20	60	1,58	29	1,20
18	1,58	29	1,20	61	1,58	29	1,20
19	1,58	29	1,20	62	1,58	29	1,20
20	1,58	29	1,20	63	1,58	29	1,20
21	1,58	29	1,20	64	1,58	29	1,20
22	1,58	29	1,20	65	1,58	29	1,20
23	1,59	29	1,20	66	1,58	29	1,20
24	1,59	29	1,20	67	1,57	29	1,20
25	1,58	29	1,20	68	1,57	29	1,20
26	1,58	29	1,20	69	1,59	29	1,20
27	1,58	29	1,20	70	1,59	29	1,20
28	1,58	29	1,20	71	1,58	29	1,20
29	1,58	29	1,20	72	1,58	29	1,20
30	1,59	29	1,20	73	1,58	29	1,20
31	1,58	29	1,20	74	1,58	29	1,20

Sel	Tegangan (v)	Suhu (°c)	BJ (gr/cm <sup>3</sup> )	Sel	Tegangan (v)	Suhu (°c)	BJ (gr/cm <sup>3</sup> )
32	1,58	29	1,20	75	1,59	29	1,20
33	1,59	29	1,20	76	1,58	29	1,20
34	1,58	29	1,20	77	1,58	29	1,20
35	1,58	29	1,20	78	1,58	29	1,20
36	1,58	29	1,20	79	1,58	29	1,20
37	1,59	29	1,20	80	1,58	29	1,20
38	1,58	29	1,20	81	1,58	29	1,20
39	1,59	29	1,20	82	1,58	29	1,20
40	1,58	29	1,20	83	1,58	29	1,20
41	1,59	29	1,20	84	1,58	29	1,20
42	1,58	29	1,20	85	1,58	29	1,20
43	1,57	29	1,20	86	1,58	29	1,20

Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan pada tabel 1 dapat diketahui bahwa tegangan rata-rata baterai sebesar 1,58V dan tidak ada perbedaan tegangan yang signifikan antar sel baterai. Berdasarkan standar pengukuran tegangan baterai yang dipakai oleh PT.PLN, baterai yang baik dapat diindikasikan mempunyai tegangan nominal antara 1,2v-2v per sel. Karena pengukuran dilakukan dalam keadaan *boost charge* dengan tegangan rata-rata 1,58V, bisa dikatakan baterai tersebut masih dalam kondisi normal, dimana tegangan persel baterai saat dilakukan pengisian dengan metode *boost charge* antara 1,50-1,65V. Apabila saat dilakukan pengukuran terdapat perbedaan tegangan yang signifikan pada beberapa baterai, maka bisa di indikasikan baterai tersebut mengalami kerusakan.

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa suhu dan berat jenis elektrolit baterai masih dalam kondisi baik. Mengacu pada standar pengukuran suhu baterai pada kondisi normal berkisar antara 25-35°C dan saat dilakukan pengisian atau pengosongan suhu maksimal sebesar 45°C. Sedangkan berat jenis elektrolit untuk baterai jenis alkali adalah 1,20gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.2 Data pengujian kapasitas tegangan per-sel

Pengujian kapasitas tegangan per sel dilakukan untuk mengetahui penurunan tegangan pada tiap sel baterai ketika dilakukan uji kapasitas. Jika baterai pada kondisi normal maka penurunan tegangan tiap sel rata-rata hampir sama.

Tabel 2. Pengujian kapasitas tegangan per sel

No Sel	Pengukuran tegangan per sel						No Sel	Pengukuran tegangan per sel					
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5
1	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15	44	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
2	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15	45	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
3	1,47	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	46	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
4	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	47	1,45	1,18	1,14	0,24	-	-
5	1,45	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	48	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
6	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	49	1,45	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
7	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	50	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
8	1,47	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	51	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
9	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	52	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
10	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	53	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
11	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	54	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
12	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	55	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
13	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	56	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
14	1,46	1,19	1,18	1,16	1,16	1,15	57	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
15	1,46	1,19	1,18	1,16	1,16	1,15	58	1,44	1,19	1,18	1,16	1,16	1,15
16	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	59	1,44	1,19	1,18	1,16	1,16	1,15
17	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	60	1,44	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15
18	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	61	1,44	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
19	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	62	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
20	1,38	1,16	0,24	-	-	-	63	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
21	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15	64	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15
22	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	65	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
23	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	66	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
24	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	67	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
25	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	68	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
26	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	69	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
27	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	70	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
28	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	71	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
29	1,45	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	72	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
30	1,45	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	73	1,45	1,19	1,18	1,16	1,16	1,15
31	1,44	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	74	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
32	1,45	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	75	1,46	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
33	1,49	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	76	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
34	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	77	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
35	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	78	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
36	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	79	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
37	1,46	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	80	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
38	1,45	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	81	1,45	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
39	1,44	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	82	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
40	1,44	1,20	1,18	1,16	1,16	1,15	83	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
41	1,44	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	84	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
42	1,45	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	85	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15
43	1,46	1,20	1,17	1,16	1,16	1,15	86	1,44	1,19	1,17	1,16	1,16	1,15

Dari tabel 2 dapat diketahui berapa tegangan yang tersisa pada tiap sel baterai setelah dilakukan pengujian kapasitas. Laju penurunan tegangan tiap sel relatif

sama, kecuali pada sel 20 dan 47. Pada sel 20 terjadi penurunan tegangan yang signifikan pada jam kedua (120 menit), yakni tegangan terukur sebesar 0,24v saja. Sedangkan pada sel 47 pun juga sama terjadi penurunan tegangan yang signifikan pada jam ketiga (180 menit), yakni tegangan terukur sebesar 0,24v. Sehingga dapat dipastikan bahwa kedua sel tersebut telah rusak sehingga tidak dilakukan pengukuran pada waktu berikutnya.

### 3.3 Data pengujian kapasitas baterai 110 VDC

Pengujian kapasitas baterai bertujuan untuk mengetahui kondisi karakteristik seluruh sel baterai secara terukur untuk memastikan baterai siap bekerja saat dibutuhkan. Baterai yang akan di uji adalah baterai SAFT NIFE 110V, 208Ah, 86 sel.

Setting pengosongan baterai :

1. Arus pengosongan ( $I_{discharge}$ ) =  $0,2 \times \text{kapasitas baterai (C)}$  (1)  
 $I_{discharge} = 0,2 \times 208 = 41,6 \text{ A}$ . Pada saat melakukan pengujian menggunakan arus sebesar 42 A
2. Lama pengosongan ( $T_{stop}$ ) = kapasitas baterai/ arus pengosongan (2)  
 $T_{stop} = 208/41,6 = 5 \text{ jam}$ .
3. Tegangan akhir ( $V_{stop}$ ) =  $1 \times n \text{ sel}$  (3)  
 $V_{stop} = 1 \times 86 = 86 \text{ V}$ .

Tabel 3. Pengujian kapasitas baterai

No	Waktu(h)	Tegangan(v)	Arus(a)	Kapasitas(ah)
1	00.00	113,6	42	0
2	00.15	106,9	42	10,24
3	00.30	103,6	42	20,71
4	00.45	102,2	42	31,17
5	01.00	101,4	42	41,64
6	01.15	100,6	42	52,14
7	01.30	100,2	42	62,55
8	01.45	99,7	42	72,99
9	02.00	99,3	42	83,45
10	02.15	99,0	42	93,95
11	02.30	98,6	42	104,49
12	02.45	98,3	42	114,97
13	03.00	97,9	42	125,43

No	Waktu(h)	Tegangan(v)	Arus(a)	Kapasitas(ah)
14	03.15	97,8	42	135,83
15	03.30	97,5	42	146,35
16	03.45	97,0	42	156,82
17	04.00	96,7	42	167,23
18	04.15	96,1	42	177,71
19	04.30	95,3	42	188,16
20	04.45	94,3	42	198,62
21	05.00	92,7	42	209,06

Berdasarkan pengujian didapat data pengukuran tegangan baterai dan besar kapasitas yang diambil sampel setiap 15 menit sekali. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa penurunan tegangan pada saat 15 menit pertama cukup besar, dikarenakan baterai diberi beban secara tiba-tiba sehingga terjadi drop tegangan. Kemudian setelah menyesuaikan dengan beban tegangan baterai mengalami penurunan yang relatif lebih stabil yang tercatat setiap 15 menit sekali. Laju kenaikan kapasitas baterai relatif stabil  $\pm 10\text{Ah}$  tiap 15 menit, hal ini terjadi karena besar kapasitas = waktu x arus, sehingga dengan arus yang sama dan semakin bertambahnya waktu mengakibatkan meningkatnya kenaikan kapasitas yang stabil. Berdasarkan standar IEEE, bila baterai bank memiliki tegangan output nominal 110Vdc maka tegangan minimal adalah 95% dari tegangan nominal, atau 104,5 vdc. Baterai bank mempunyai tegangan minimum pengosongan sebesar 80% dari tegangan penuh. Jika tegangan penuh baterai adalah 113,6 vdc maka tegangan minimum pengosongan sebesar 90,88 vdc. Setelah dilakukan pengujian selama 5 jam, baterai 110v pada gardu induk 150kV klaten masih handal karena mempunyai tegangan akhir sebesar 92,7 vdc, yang masih diatas standar minimum pengosongan yang disarankan oleh IEEE.

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan perhitungan dan analisis data yang diperoleh mengenai analisis uji kapasitas baterai 110 vdc di gardu induk 150kV Klaten, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1). Sistem DC pada gardu induk sangat penting, karena semua peralatan proteksi dan peralatan telekomunikasi menggunakan sumber DC untuk menunjang kinerjanya.

- 2). Kondisi elektrolit pada baterai masih bagus dan masih memenuhi standar dengan berat jenis 1,20gr/cm<sup>3</sup> dan suhu 29°C.
- 3). Terdapat dua buah sel baterai yang mengalami kerusakan yaitu sel 20 dan 47, dimana terjadi penurunan tegangan yang signifikan ketika dilakukan pengujian kapasitas tegangan tiap sel baterai yang terukur sebesar 0,24 Vdc.
- 4). Berdasarkan pengujian kapasitas, baterai masih handal karena setelah dilakukan pengujian selama 5 jam memiliki tegangan 92,7 Vdc, nilai tersebut masih memenuhi standar yaitu >80% tegangan penuh.

### **PERSANTUNAN**

Dalam menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini terdapat beberapa hambatan yang dialami oleh penulis. Atas dukungan dari beberapa pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini dengan baik. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- 1). Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini dengan baik.
- 2). Nabi Muhammad SAW yang telah membawa perubahan dari zaman jahiliyah menuju peradaban yang bermartabat.
- 3). Bapak dan ibu atas segala doa dan pengorbanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini.
- 4). Kakak keponakan yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
- 5). Bapak Umar S.T selaku kepala jurusan teknik elektro.
- 6). Bapak Aris Budiman, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini dengan baik.
- 7). Semua dosen jurusan teknik elektro Unniversitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan untuk mempermudah penulis dalam menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir ini.
- 8). Teman-teman satu bimbingan yang selalu memberikan semangat dan motivasi.

9). Seluruh teman-teman jurusan teknik elektro.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Asif, Eqbal, 2012. *Different Types Of Battery Used For Auxilary Power Supply In Substations And Power Plants*. EEP
- Edvard, 2015. *Substation DC Auxiliary Supply-Battery And Charger Applications*. EEP
- Edvard, 2010. *Battery Monitoring And Maintenance Guidelines*. EEP
- Hook, Neal, 2013. *System Substation Battery & Battery Charger*. EP06000001SP
- IEC 60623-2017 *Secondary Cels And Batteries Containing Alkaline Or Other Non-Acid Electrolytes. Vented Nickel-Cadmium Prismatic rechargeable Single cells*, Edisi 5.0. 2017. Geneva, Swizerland
- IEEE 450-1995, *IEEE Recommended Practice for Maintenance, Testing, and Replacement of Vented Lead-Acid Batteries for Stationary Application*
- Li Yan, Peng Han, Jinkuan Wang, and Xin Song, 2016. *Geometric Process-Based Maintenance and Optimization Strategy For the Energy Storage Batteries* Vol.2016, Article ID 9798406. Shengyang, China.
- Lubis, Sugianto Nasrun. 2017. *Kegagalan Proteksi Pada Gardu Induk 150 kV Akibat Suplai Tegangan DC*. Jakarta : Institut Sains dan Teknologi Nasional
- Ni-Cd *Block Battery Technical Manual* 2018( [www.saftbatteries.com](http://www.saftbatteries.com) diunduh pada 19/03/2019 pukul 11:36 WIB)
- Nurhalim, Ricky Agned. 2016. *Studi Kapasitas Baterai 110 Vdc pada Gardu Induk 150 kV Bangkinang*. Riau : Universitas Riau
- PLN, Pusdiklat, 2009. *Pemeliharaan Catu Daya*. Jakarta: Materi Workshop Operasi dan Pemeliharaan Gardu Induk.

SKDIR 114.K/DIR/2010 Buku Petunjuk Batasan Operasi dan Pemeliharaan  
Peralatan Penyaluran Tenaga Listrik AC/DC *Supply* No. Dokumen: 19-  
22/HARLUR-PST/2009